

Рис. 4. Фазное напряжение на шине генератора

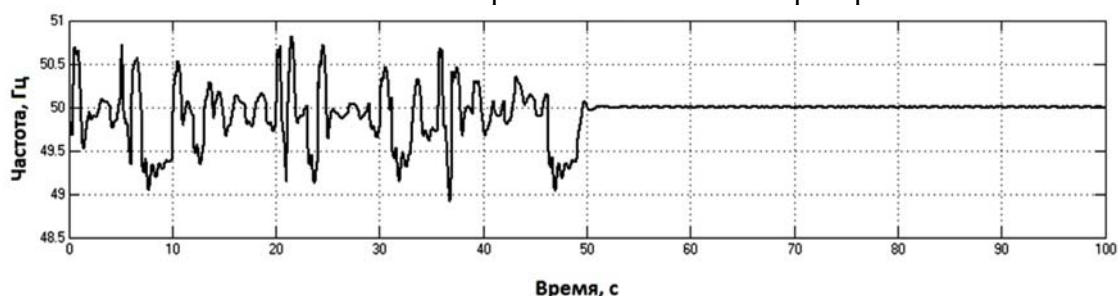


Рис. 5. Частота переменного тока в системе

Таким образом, по результатам моделирования системы мощностью 275 кВт, рассчитанной на скорость ветра 5,6 м/с, отклонения значений частоты от номинального значения 50 Гц не превышают 1 Гц, отклонения значений напряжения – менее 15 В. Возможно уменьшение отклонений при дальнейшей оптимизации модели. Согласно ГОСТ Р 54149–2010 отклонение частоты от номинального значения 50 Гц в изолированных энергосистемах должно быть менее 1 Гц, отклонения напряжения – менее 10 % от номинального (в данном случае – менее 22 В). Следовательно, смоделированная система регулирования обеспечивает выполнение требований к качеству электроэнергии.

УДК 620.92

Никитин А. Д., Щеклеин С. Е.
Уральский федеральный университет
nikitin.a.d@yandex.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ШНЕКОВОЙ ВЭУ В УСЛОВИЯХ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. Обобщены результаты эксплуатации в условиях г. Екатеринбург шнековой ветроэнергетической установки. Определена эффективность работы ВЭУ. Описаны недостатки данной конструкции ВЭУ, выявленные в ходе эксплуатации.

В данной работе представлены результаты эксплуатации шнековой ветро-энергетической установки (ВЭУ) в условиях г. Екатеринбург. Внешний вид ВЭУ показан на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид шнековой ВЭУ

Исследования работы шнековой ВЭУ проводились в период с сентября по октябрь 2015 года. С помощью автоматизированной системы мониторинга фиксировались значения скорости ветра, напряжения и тока, вырабатываемых ВЭУ. В качестве нагрузки для ВЭУ использовался резистор с активным сопротивлением 100 Ом.

В условиях порывистого ветра, часто меняющего скорость и направление, ВЭУ работала крайне нестабильно. Как видно из рис. 2 и 3, при одинаковых скоростях ветра эффективность работы ВЭУ значительно различается. В первом случае при средней скорости ветра около 5 м/с значение напряжения достигало 35–40 В, а во втором случае напряжение не превышало 4–6 В. По результатам наблюдений можно отметить, что эффективная работа достигается при устойчивом по направлению и скорости ветре.

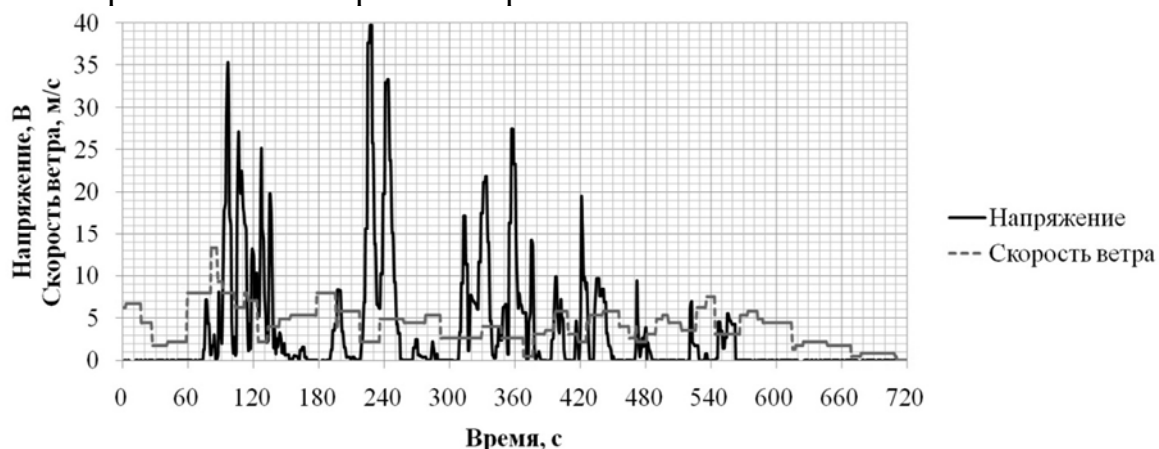


Рис. 2. Эффективная работа ВЭУ

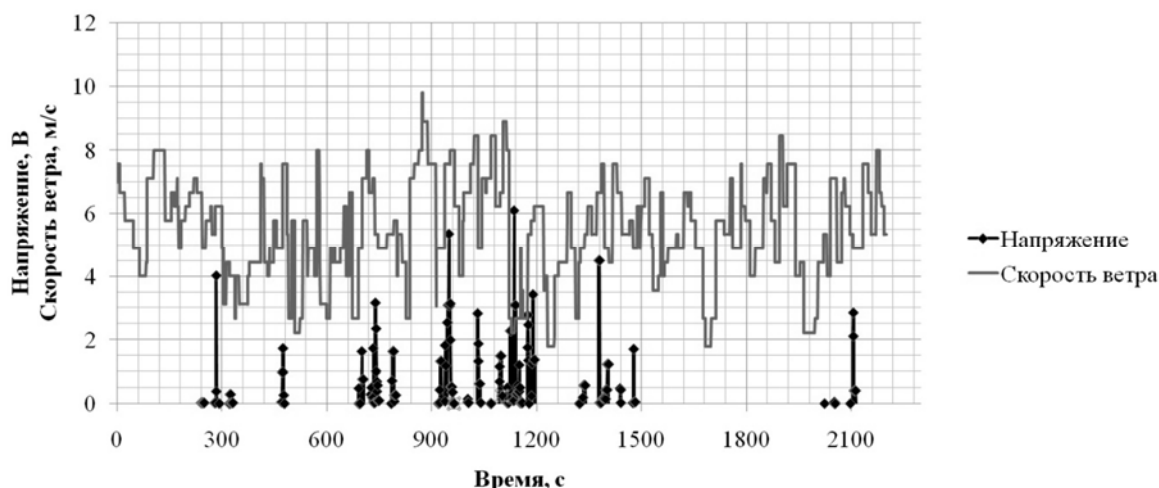


Рис. 3. Неэффективная работа ВЭУ

Средняя скорость ветра в течение периода наблюдений составила 4,1 м/с, при этом среднеквадратичное отклонение скорости ветра равнялось 1,96 м/с. Максимальное зарегистрированное значение напряжения ВЭУ составило 40 В, максимальная вырабатываемая мощность – 9 Вт.

На рис. 4 показан график обеспеченности мощности ветра и вырабатываемой мощности ВЭУ за период наблюдений.

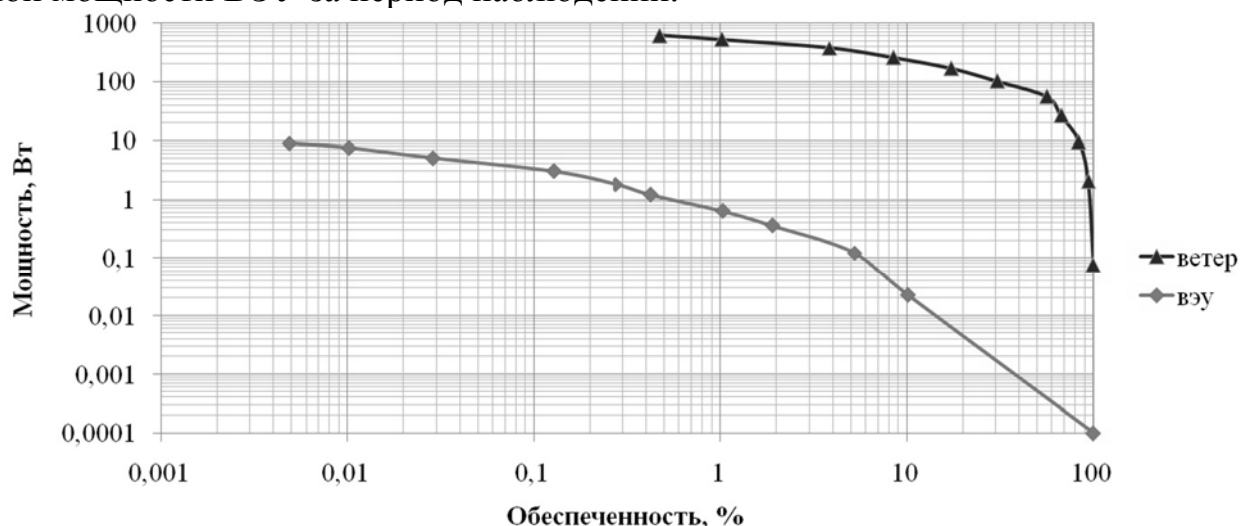


Рис. 4. График обеспеченности мощности ветра и вырабатываемой мощности ВЭУ

Мощность ветра вычислялась по формуле:

$$W = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot S, \quad (1)$$

где ρ – плотность воздуха, v – скорость ветра, S – площадь ометаемой поверхности ВЭУ.

Мощность, вырабатываемая ВЭУ, вычислялась по формуле:

$$P = \frac{U^2}{R}, \quad (2)$$

где U – напряжение ВЭУ, R – сопротивление нагрузки.

Коэффициент использования энергии ветра, который можно вычислить как отношение соответствующих площадей под кривыми на графике обеспеченности мощности (рис. 4), составляет 0,00028, то есть ВЭУ работает крайне неэффективно.

По результатам визуальных наблюдений можно отметить следующее. Во-первых, ВЭУ плохо ориентируется на направление ветра. При боковом ветре ВЭУ не разворачивается из-за малой ометаемой площади. Кроме этого, при ориентировании на направление ветра ВЭУ за счет инерции проходит оптимальное положение. Так как ветер часто менял направление и скорость, то ВЭУ практически не успевала ориентироваться и, соответственно, не вырабатывала энергию. Поэтому необходимо добавить в конструкцию ВЭУ устройство для ориентации на направление ветра. Во-вторых, отсутствие жестких соединений в конструкции ВЭУ негативно сказывается на ее работе. Валы шнеков перекосились, и из четырех шнеков, как правило, работали один или два, то есть те шнеки, у которых перекося валов был минимальным. В связи с этим, рекомендуется использовать жесткую конструкцию рамы ВЭУ.

Таким образом, при практической эксплуатации в конструкции ВЭУ выявлены недостатки, которые в условиях уральского региона препятствуют нормальной работе ВЭУ. Поэтому полученная эффективность данной ВЭУ является крайне низкой.

УДК 536.7 (075.8)

Носов А. А., Кувалдин А. Е., Нохрин И. А., Чернышев В. А.,
Волкова Ю. В., Дубинин А. М., Тупоногов В. Г.
Уральский федеральный университет
vladchernyshev1992@gmail.com

ТВЕРДООКСИДНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ НА ПРОДУКТАХ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ

Аннотация. В данной работе рассмотрен вариант твердооксидного топливного элемента (ТОТЭ) на продуктах газификации угля. Приведена методика расчета расхода угля для работы данной энергетической установки при известном расходе синтез-газа для работы топливного элемента. Рассмотрены перспективы использования топливного элемента на продуктах газификации угля в малой энергетике.

Для энергетической установки на базе ТОТЭ используется синтез-газ. Обычно его получает путем конверсии метана [1]. КПД электрохимического генератора в энергетических установках на базе ТОТЭ достаточно высок (50-70 %) [2], однако одной из проблем является способ получения синтез-газа.

В нашей работе был рассмотрен вариант получения синтез-газа путем газификации угля. Газификацию угля предполагается проводить в газогенераторе с автотермичным кипящим слоем (рис. 1).